Aus der bakteriologischen Untersuchungsstation des
kgl. Garnisonslazaretes Würzburg.

Über
Formalin-Desinfektion.

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

HOHEN MEDICINISCHEN FAKULTÄT

DER

KÖNIGL. BAYER. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE, UND GEBURTSHILFE

VORGELEGT VON

PETER REISS

EINJÄHRIG-FREIWILLIGER ARZT IM KGL. 2. FELD-ARTILLERIE-REGIMENT

AUS OBERNAU.

WÜRZBURG.
N. Seubert's Buchdruckerei.
1899.

REFERENT:

HERR PROFESSOR DR. LEHMANN.

Bekanntlich hält sich eine Reihe von Krankheitserregern verhältnismässig lange Zeit in Räumen, welche von Kranken bewohnt waren, und zwar finden sich diese Keime hauptsächlich in dem Staube an den Wänden, auf den Möbeln, dem Fussboden und in den Zwischendeckenfüllungen. So wurden oft in derartigem Staube Tuberkelbacillen und Pneumokokken nachgewiesen. Besonders stark ist die Infektion der Krankenzimmer, wie Cornet gezeigt hat, wenn dieselben von unreinlichen Tuberkulösen, welche ihren Auswurf in das Zimmer spuckten, bewohnt wurden. In neuester Zeit hat uns Flügge[10] durch eine Reihe von Versuchen einen näheren Einblick gegeben in die Verhältnisse, unter denen die Tuberkelbacillen und andere Bakterien von den Atmungswegen des Menschen aus in die Luft gelangen. Es hat sich nämlich gezeigt, dass beim Husten, Niessen, ja selbst beim Sprechen Keime in feinster Tröpfchenform in die Luft verspritzt werden. Verteilt man Objektträger auf einen Tisch und lässt man einen Tuberkulösen darüber sprechen, so finden sich auf einer grossen Anzahl der Objektträger Tuberkelbacillen; dasselbe gelang auch bei Leprakranken und mit anderen Bakterien. Diese keimhaltigen, feinsten Tröpfchen können sich längere Zeit, meist mehrere Stunden lang, in der Luft halten und werden durch die allergeringsten Luftströme, wie z. B.

durch das einfache Gehen des Menschen, in alle Teile des Zimmers verteilt. Nach einiger Zeit setzen sie sich an beliebigen Stellen der Wände und der Möbel ab und werden dort durch Eintrocknen soweit fixiert, dass nunmehr eine stärkere Bewegung, z. B. ein Anfassen, Klopfen, Abstäuben des betreffenden Gegenstandes nötig ist, um sie von neuem in die Luft gelangen zu lassen und somit eine Infektionsgelegenheit für den Zimmerbewohner zu geben.

Da gerade bei der Tuberkulose, aber auch bei anderen Krankheiten der Atmungswege, wie z. B. der Influenza, dem Keuchhusten, der Lungenentzündung, die Kranken oft husten oder niessen, so ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass auf dem eben beschriebenen Wege sehr häufig das ganze Krankenzimmer inficiert werden kann. Ähnlich ist es auch bei der Diphtherie, und es gelang gleichfalls wiederholt, die Diphtheriebacillen im Zimmerstaube nachzuweisen.

Die ersterwähnte Art der Verbreitung, namentlich der Tuberkelbacillen, kommt durch die Unsitte vieler Menschen, auf den Boden zu spucken, zu stande, namentlich auf dem Lande, wo die Sitte herrscht, den Fussboden mit Sand zu bestreuen zwecks besserer Reinigung. Teils aus Gewohnheit teils aus Unkenntnis der Gefahr spucken die Kranken einfach in den Sand. Das Sputum trocknet so leicht an und wird durch Zertreten in feine trockne Stäubchen verwandelt, welche, ohne fester fixiert zu sein, sofort durch den geringsten Anlass in die Luft emporgewirbelt werden können.

Bei einer zweiten Kategorie von Krankheiten, den exanthematischen, also namentlich Masern, Scharlach und Pocken, müssen wir einen anderen Infektionsweg annehmen. Hier ist im Wesentlichen der Ansteckungskeim

in den trocknen Hautabschuppungen der Kranken zu suchen; er gelangt vermutlich in solchen feinsten Stäubchen in die Luft und inficiert nun das Zimmer, ja vielfach auch über dasselbe hinaus noch die Nachbarschaft. Dass auch dieses Krankheitsgift gleichwie die vorigen sich sehr lange ausserhalb des Körpers in trocknem Zustande erhalten kann, ist durch zahlreiche Beobachtungen auf das sicherste erwiesen.

Bei einer dritten Art von Infektionskrankheiten endlich, beim Typhus, der Cholera und der Ruhr haben wir den Krankheitserreger fast ausschliesslich in den Darmentleerungen zu suchen, und hier ist die Gefahr einer Zimmerinfektion eine bedeutend geringere, da es gut möglich ist, durch geeignete Behandlung dieser Ausleerungen die Krankheitskeime vollkommen von vornherein von der Wohnung fernzuhalten. Auf diesen wichtigen, viel zu wenig seither berücksichtigten Punkt hat namentlich v. Esmarch auf der im Jahre 1897 abgehaltenen Versammlung des Vereins für öffentliche Gesundheitspflege, wo die Frage der Wohnungsdesinfektion einer eingehenden Erörterung unterzogen und der jetzige wissenschaftliche Standpunkt genau präcisiert und klargelegt wurde, hingewiesen. In der Mehrzahl der Fälle wird es bei diesen Krankheiten in einem einigermassen geordneten Haushalte nicht zu schwer werden, die Infektionserreger direkt am Krankenbette abzufangen und durch Zusatz von Desinficientien unschädlich zu machen. Es hängt dieses natürlich in erster Linie von dem Verständnis der pflegenden Personen ab, und es ist Sache des behandelnden Arztes, durch Belehrung und leichtfassliche Vorschriften dieses Verständnis zu wecken und zu vermehren.

Bei Typhus, Cholera und Ruhr kann demnach in den meisten Fällen von einer Zimmerdesinfektion abgesehen werden; dagegen wird es sich empfehlen, in allen Fällen von Diphtherie, Scharlach und Lungenphthyse dieselbe vorzunehmen; aber gerade bei diesen drei in der Praxis häufig vorkommenden Krankheiten wird sie so selten ausgeführt.

Es unterliegt überhaupt keinem Zweifel, dass die Wohnungsdesinfektion, trotzdem sie von allen Seiten als eines der wichtigsten Mittel zur Bekämpfung der Infektionskrankheiten anerkannt ist, in der Praxis verhältnismässig selten angewendet wird und beim Publikum und auch bei vielen Ärzten häufig unbeliebt ist.

Die Ursache dieser Abneigung ist in erster Linie in der Umständlichkeit und der Unsicherheit der seither angewandten Methoden zu suchen. Bekanntlich wurden im Laufe der Zeit die verschiedensten Mittel empfohlen und wieder verworfen; eine Zeit lang waren Räucherungen mit Chlor, Brom und schwefliger Säure beliebt; namentlich das letztere Mittel wurde bis in die neueste Zeit viel angewendet, hat sich aber als völlig wirkungslos erwiesen. Zur Zeit bestehen die Desinfektionsmassregeln, welche bekanntlich in den grösseren Städten durch eine gut geschulte Desinfektionskolonne ausgeführt werden, darin, dass alles, was die Desinfektion mit strömendem Dampfe erträgt, dem Dampfapparat übergeben wird, also besonders die getragene Wäsche, das Bettzeug, die Kleidungsstücke des Kranken. Alle diese Gegenstände werden in feste, mit Carbol angefeuchtete Säcke gebracht und darin in die Desinfektionsanstalt zur Dampfdesinfektion transportiert.

Die Desinfektion der Krankenräume selbst besteht darin, dass tapezierte Wände mit Brot abgerieben und

die niederfallenden Brotkrumen gleich zusammengefegt und verbrannt werden. Getünchte Wände erhalten einen neuen Anstrich von Leimfarbe. Mit Ölfarbe gestrichene Wände können entweder neu gestrichen oder mit fünfprocentiger Carbollösung abgewaschen werden. Die Möbel, Bettgestelle, Thüren und Fenster, samt deren Rahmen und Verkleidungen werden kräftig mit Lappen abgerieben, welche in dreiprozentige Carbollösung getaucht sind, und trocken gerieben. Ebenso werden Bilder und Spiegel, Gemälde und Gegenstände von Leder oder Gummi, ferner Polstermöbel mit dreiprocentiger Carbollösung kräftig abgerieben und nachgetrocknet. Wertlose, stark beschmutzte Gegenstände werden verbrannt. Zuletzt wird der Fussboden desinficiert entweder durch kräftiges Abreiben mit dreiprocentiger Carbolsäure oder durch Waschen mit heisser Schmierseifenlösung. Die in dem Fussboden befindlichen Ritzen werden mit dreiprocentiger Carbollösung ausgegossen.

Über diese bisher geübte Desinfektionsmethode führten Flügge[10] und Silberschmidt den Nachweis, dass sie höchst unvollkommen ist. Beim Abwaschen des Fussbodens, der Wände, Tische u. s. w. fehlt es vor Allem an der nötigen Zeitdauer der Einwirkung der Säure. Wo Löcher, Ritzen, Vertiefungen im Boden sind, stagnirt das Desinficienz längere Zeit und tötet alles ab; Erhebungen auf horizontalen Flächen, verticale Flächen werden dagegen zu rasch wieder vom Desinficienz frei, weil die dünne Lage Flüssigkeit abläuft oder verdunstet und das Desinficienz in trockenem Zustande nicht mehr wirkt. Man hat bisher die Wichtigkeit der Einwirkungsdauer immer noch unterschätzt. Neuere Versuche haben zweifellos festgestellt, dass z. B. Sub-

limatlösung 1:1000 mindestens 30 Minuten lang einwirken muss, um Staphylococcen sicher abzutöten.

Ganz besonders ist nach Flügge[10] das Abreiben mit Brot unzulänglich; dasselbe wirkt nur bei kleinen Flächen sicher, welche exakt bearbeitet werden können, für grosse Zimmerwände aber ist die Wirkung unsicher, da die Ausdauer und Sorgfalt des Desinfektors nicht so lange anhält.

Dieses bewiess F. durch verschiedene Versuche in seinem Institute. In diesen Fällen war die gut geschulte Desinfektionskolonne, welche dadurch, dass sie sich controllirt fühlte, sicher mit Eifer und exakt arbeitete, nicht im stande, ein kleines Zimmer zu desinficieren; denn von den verschiedenen Krankheitserregern, welche in unauffälliger Weise an verschiedene Stellen gebracht worden waren, wurde nach der Desinfektion noch ein erheblicher Teil lebend vorgefunden. Ist diese Art und Weise der Desinfektion schon unzureichend in solchen Fällen, wo eine Controlle vorhanden war, um wie viel mehr ungenügend muss sie erst ausfallen, wo diese gänzlich fehlt, wo die Leute, sich selbst überlassen, oft ermüdet von der tagelangen Beschäftigung mit der unsauberen, difficilen Arbeit dieselbe betreiben.

In der neueren Zeit scheint nun das Formalin*) berufen zu sein, diese complicierte und unzureichende Methode zu vereinfachen und wenigstens teilweise zu ersetzen. Unter Formalin verstehen wir eine 40%ige Lösung des durch Oxydation des Methylalkohols ent-

*) Anmerkung. Eine vorzügliche Übersicht über Formaldehyd findet sich bei Otto Hess. Inaugural-Dissert. „Formaldehyd als Desinfektionsmittel", sowie in der Monographie von Trillat: La formaldéhyde et ses applications pour la desinfection des locaux contaminées. Paris 1896.

standenen Formaldehyds. Dieser besitzt vermöge seiner Fähigkeit, leicht in Ameisensäure überzugehen, reducierende Eigenschaften. Entdeckt im Jahre 1869 durch A. W. Hofmann, wurde später das Darstellungsverfahren vielfach modificiert durch Loew[18], Tollens[33], Trillat[34] u. a.

Neben der reducierenden Wirkung hat der Formaldehyd die Eigenschaft, sich mit Ammoniak direkt zu Hexamethylentetramin zu verbinden. Ferner gibt Formaldehyd mit Anilinlösung einen weissen Niederschlag von Anhydroformaldehydanilin. Des weiteren geht der Formaldehyd leicht in polymere Verbindungen über; die Produkte der Polymerisation sind Paraformaldehyd oder Trioxymethylen. Verbindet sich der Formaldehyd mit Methylalkohol, wie es in wässerigen Lösungen mit mehr als 1% Methylalkohol vorkommt, so bildet sich das Methylal oder der Methylendimethyläther.

Diese Eigenschaften des Formaldehyds sind insofern sehr wichtig, weil bei seinem Gebrauche zu Desinfektionszwecken die Bildung sowohl des Paraformaldehyds wie des Methylals vermieden werden muss, wie wir später sehen werden, da beide desinfektorisch unwirksam sind.

Bei der Verwendung des Formalins als Desinfektionsmittel müssen wir zwischen den verschiedenen Anwendungsformen desselben, zwischen seiner Anwendung in Lösung oder in Dampfform gut unterscheiden.

So macht nach Loew[18] und Walter[35] die Formalinlösung in der Concentration von 1 : 10000 jedes Wachstum unmöglich für Milzbrand, Typhus, Cholera, Diphtherie, Staphylococcus pyogenes aureus; andere geben eine noch geringere Concentration an für gewisse Bakterien. Eine wirkliche Abtötung der Bakterien dagegen erfordert

im allgemeinen viel grössere Formaldehydmengen. Dazu sind bei den Erregern der oben genannten Krankheiten Concentrationen von 1 : 100 der käuflichen Formalinlösung nötig, um sie in der Zeit von 30—60 Minuten zu töten, oder solche von 1 : 1000, um sie in der Zeit von 12 bis 24 Stunden sicher zu vernichten.

Nach Schepilewski[28] ist die Wirkung des Formalins auf die vegetativen Formen der Bakterien ähnlich wie die der Carbolsäure, auf Milzbrandsporen aber viel stärker wie diese. Zur Vernichtung dieser Sporen ist nach verschiedenen Autoren eine Einwirkungsdauer von fast einem Tage für eine 1%ige Concentration, für eine 2%ige eine solche von einer Stunde nötig.

Demnach wohnt dem Formalin eine sehr beträchtliche entwicklungshemmende, bakterientötende Eigenschaft inne. Es wurde daher auch schon frühzeitig praktisch verwertet zur Desinfektion. Darauf machte schon im Jahre 1893 Lehmann[17] aufmerksam und veröffentlichte einige Versuche mit Formalin. Er tröpfelte nicht nur das Formalin auf lose eingepackte Kleider, er spritzte es auch mit einer Spritze an verschiedenen Stellen in ein Kleiderbündel hinein, und so durchdrang das Formalin von innen heraus als Gas das Bündel und tötete sogar eingebrachte Milzbrandsporen in 24 Stunden und Cholerabacillen in erheblich weniger Zeit. Dasselbe Resultat wurde erhalten, als zwischen die Kleider, welche pathogene Keime enthielten, mit Formalin getränkte Zeugstreifen gelegt wurden. Ein Rock konnte mit 30 g Formalin in 2 Stunden desinficiert werden.

Einen weit grösseren Wert für die Wohnungsdesinfektion als dieses flüssige Präparat, hat aber das Formalin in Gasform. Dieser Körper erfüllt die Anforderungen, welche wir nach Flügge[10] an eine gute

Desinfektionsmethode stellen müssen, in ziemlich befriedigendem Masse. Nach Flügge[10] sind diese Anfordungen:

1) leicht herstellbare und bekannte Concentration,
2) möglichst kurze Einwirkungsdauer,
3) Eindringen des Desinficienz in die krankhaften Excrete und die damit beschmutzten Stoffe,
4) keine Beschädigung der zu desinficierenden Gegenstände, kein nachhaltender Geruch des Desinfektionsmittels und keine Giftwirkung,
5) nicht zu grosse Kostspieligkeit.

Der Formaldehyd hat eine Reihe von Eigenschaften, welche ihn für die Desinfektionspraxis vorzüglich geeignet machen. Ausser seinen starken und raschen bakterientötenden Eigenschaften hat er vor anderen gasförmigen Desinfektionsmitteln wie Chlor, Brom und schwefliger Säuere den Vorteil, dass er fast genau dasselbe spezifische Gewicht wie die Luft hat und sich deshalb viel gleichmässiger und schneller in den Räumen verteilt und auch leichter wieder zu vertreiben ist. Ferner beschädigt dieses Gas selbst die empfindlichsten Gegenstände, wie Kleiderstoffe, Teppiche, Lederwaaren, nicht im mindesten; ausserdem ist es, wie schon erwähnt, nicht giftig und auch nicht zu kostspielig. Es lag also nahe, dieses Mittel der Wohnungsdesinfektion dienstbar zu machen, und es wurden eine Reihe von Methoden und Apparaten angegeben, welche eine reichliche und rasche Entwicklung von Formalin ermöglichen. Diese Apparate lassen sich nach ihrem Funktionsprincip in vier Kategorien einteilen:

1) Formaldehydlampen, welche den Formaldehyd durch Oxydation des Methylalkohols erzeugen.

2) Apparate, durch welche der im Formalin enthaltene Formaldehyd durch einfaches Erhitzen oder durch Erhitzen unter Druck von mehreren Atmosphären erzeugt wird. (Rosenberger'scher Apparat, Trillat's formogener Autoklav.

3) Apparate, bei denen der Formaldehyd durch Verflüchtigung des Trioxymethylens, eines dreifachen Moleküls des Formaldehyds, mit Hilfe heisser Verbrennungsgase gebildet wird. (Schering'scher Apparat.

4) Apparate, welche den Zweck haben, grosse Mengen von Wasserdampf und gleichzeitig möglichst rasch die entsprechende Menge von Formaldehyd zu entwickeln. (Breslauer Methode.) Lingner'sche Methode. u. a.

I.

Formaldehydlampen, bei denen der Formaldehyd durch unvollkommene Verbrennung des Methylalkohols entwickelt wird.

Die Konstruktion aller dieser Vorrichtungen beruht auf der von A. W. v. Hofmann bereits im Jahre 1868 veröffentlichten Darstellung des Formaldehyds, einen mit Holzgeistdämpfen beladenen Luftstrom auf eine vorher erhitzte Platinspirale zu leiten. Der Methylalkohol wird dabei oxydiert nach der Formel:

$$CH_3\,OH + O = CH_2\,O + H_2\,O.$$

Die einfachsten derartigen Lampen sind die von Trillat[34] und Tollens[33] im Jahre 1894 angegebenen. Die Lampe von Trillat besteht aus einem metallenen Zylinder, welcher auf einem mit Methylalkohol gefüllten Becher aufsitzt. Unten an dem Zylinder sind Luftlöcher

angebracht, welche nach Art eines Bunsenbrenners teilweise oder ganz verschlossen werden können. Im Innern des Zylinders ist ein Platinnetz eingespannt. Der Alkoholbehälter hat eine grosse Öffnung, durch welche ein Docht geführt ist. Um den Apparat in Thätigkeit zu setzen, zündet man zunächst den Docht an bei geöffneten Luftlöchern, lässt etwa eine Minute lang brennen und schliesst dann rasch die Luftlöcher. Die Flamme erlischt und nun bildet sich ein warmer Luftstrom, welcher sich mit den Alkoholdämpfen mischt. Dieses Gemisch trifft das noch heisse Platinnetz und bringt das Netz zum Glühen, wobei sich der Formaldehyd entwickelt.

Eine weit bequemere und einfachere Vorrichtung beschrieb Tollens[33]. Im Princip hat dieselbe Ähnlichkeit mit der vor einigen Jahren und auch jetzt noch viel benutzten sog. Ozogen- oder Platinlampe von Jaeger, die sich auch ohne weiteres dazu verwenden lässt. Die Vorrichtung besteht in einer gewöhnlichen mit Methylalkohol gefüllten, gläsernen Spirituslampe, auf deren wenig hervorragendem Docht eine kleine Platinnetzhaube aufsitzt. Bringt man an den unteren Teil des Platindrahtnetzes ein brennendes Streichholz, so zeigt sich bald eine kleine Flamme, welche, sich vergrössernd, das Platindrahtnetz zum Glühen bringt. Setzt man dann den Glashut der Spirituslampe einen Augenblick auf, so erlischt die Flamme und es beginnt nach sofortiger Entfernung des Hutes die Entwicklung von Formaldehyd durch die unvollkommene Verbrennung von Methylalkohol, welchen der Docht heraufschafft, und welcher in der Nähe des stets glühend bleibenden Platins verdampft. Die Entwicklung des Formaldehydgases ist bei diesen mittelst Kapillarität wirkenden Lampen eine sehr lang-

same und wenig ausgiebige, so dass sich dieselben zur Desinfektion grösserer Räume nicht eignen.

Eine davon verschiedene Art sind Apparate, bei denen der aus dem Methylalkohol gebildete Formaldehyd unter Druck ausgeschleudert wird. Eine derartige Lampe ist von Krell angegeben; sie besteht aus einer gewöhnlichen Lötlampe und einem in das Ausströmungsrohr passenden Einsatz von Platingeflecht. Das Ausströmungsrohr wird zunächst durch eine darunter befindliche Spiritusflamme bis zur Entwicklung einer Stichflamme erhitzt, das zum Glühen gebrachte Platinnetz in das Rohr eingeführt und hierauf ein Mundstück auf das Ausströmungsrohr aufgesetzt, wodurch die Flamme zum Verlöschen gebracht wird; ausserdem lässt sich dadurch die Thätigkeit der Lampe durch grössere oder geringere Luftzufuhr reguliren. Für grössere Räume sind natürlich mehrere solche Lampen, von denen jede ungefähr 200 ccm Alkohol fast, notwendig.

Einen noch grösseren Apparat mit zahlreichen Ausströmungsröhren, bei denen der Formaldehyd gleichfalls unter Druck ausgeschleudert wird, hat Trillat[34] angegeben. Derselbe ist im stande, innerhalb einer Stunde 3 Liter Methylalkohol zu Formaldehyd zu oxydieren. Das Prinzip ist im ganzen ein ähnliches wie bei dem oben beschriebenen Apparat. Auch von anderen Seiten wurden ähnliche konstruiert.

Diese beiden Lampen haben vor den erst beschriebenen den Vorteil, dass sie grosse Mengen von Methylalkohol in verhältnismässig kurzer Zeit in Formaldehyd verwandeln können. Da ferner das Gas unter Druck in einem Strome heraus dringt, so lassen sich bestimmte, vielleicht besonders infektionsverdächtige Stellen an der

Wand etc. desinficieren, und ausserdem dringt dabei der gasförmige Formaldehyd mehr in die Tiefe.

Versuche mit der Krell'schen Lampe im kleinen haben ein günstiges Resultat ergeben, dagegen war die Verwendung in grösseren Räumen nach den Untersuchungen von Pfuhl[23] nicht ganz sicher. Nach Strüver[32] genügen für einen Raum von 1 cbm Inhalt schon 3,8 g Formaldehyd, um Cholera-, Diphtherie- und Typhusbacillen, Bacterium coli und Streptokokken abzutöten. Um diese Menge Formaldehydgas zu erzeugen, muss die Lampe mit 60 ccm Methylalkohol gefüllt werden. Um Milzbrandsporen abzutöten, ist etwa die doppelte Menge erforderlich. Doch lassen sich zweifellos diese Apparate noch wesentlich verbessern. Bei der jetzigen Anordnung ist nämlich die Ausbeute an Formaldehyd noch eine verhältnismässig geringe.

Eine grosse Menge des verwendeten Alkohols wird zu Kohlenoxyd und Kohlensäure verbrannt oder geht unverändert dampfförmig mit über. Wahrscheinlich lässt sich aber durch passende Veränderungen ein weit höherer Prozentgehalt von Formaldehyd erzielen.

II.

Der Rosenberg'sche und der Trillat'sche Apparat.

Die einfachste Methode für die praktische Ausführung der Formaldehyddesinfektion scheint die zu sein, aus dem käuflichen Formalin durch Erhitzen das Formaldehydgas zu entwickeln. Doch zeigte sich bald, wie Trillat[34] und Aronson[1] fanden, dass dieses nicht möglich ist. Sobald nämlich die Konzentration der Lösung über 40% steigt, tritt eine Polymerisation des Formalins, die Ausscheidung des festen Paraformalde-

hyds, ein, welche mit der Zunahme der Konzentration immer stärker wird, bis sich am Boden des Gefässes eine feste zusammenhängende Masse bildet, welche schliesslich zu brennen anfängt.

Rosenberg[26] suchte diese Schwierigkeit zu umgehen, indem er das Formalin in methylalkoholischer Lösung, welche 35% reinen Formaldehyd und 5% Menthol enthält (das sog. Holzin), in einem eigenen Verdunstungsapparate erhitzte. Derselbe besteht aus einem mit Luftlöchern versehenen Messingcylinder, welcher in seinem unteren Drittel ein weitmaschiges Drahtnetz zur Aufnahme der Wärmequelle trägt. Nach oben ist derselbe durch einen weit überstehenden Metallteller von 1 Liter Raumgehalt, dessen Innenfläche mit Asbestgewebe ausgelegt ist, nach unten durch einen kleinen Metalluntersatz abgeschlossen. Über dem Teller befindet sich ein Trichterbecher, welcher die Aufgabe hat, allmählich noch Flüssigkeit nachzugeben, um durch etwaige Undichtigkeit des Raumes entweichenden Formaldehyd nach Möglichkeit wieder zu ersetzen. Als Wärmequelle dienen comprimierte Kohlen, deren vier übereinander in den Cylinder gesetzt sind. Nach Strüver[32] ist die Ausbeute eine sehr günstige, etwa 75%, doch braucht man für grössere Räume mehrere Apparate, da man in jedem nur 1 Liter Holzin verdampfen kann. Versuche, welche von Rosenberg[26] in grösseren Räumen angestellt wurden, ergaben günstige Resultate; doch hat auch dieser Apparat nach Aronson[1] gewisse Nachteile. Das bei dem Erhitzen nicht zu vermeidende Spritzen der konzentrierten Formalinlösung kann zu unangenehmen Komplikationen führen, wenn in der Nähe befindliche Individuen getroffen werden; das Verdampfen grösserer Mengen von Methylalkohol ist nicht ungefährlich. Dazu

kommt, dass eine Polymerisierung des Formalins sich auch hierbei nicht ganz vermeiden lässt. Schliesslich können grössere Mengen Formaldehyddampf innerhalb kurzer Zeit auch mit diesem Apparate nicht entwickelt werden. Gerade die Erzeugung grosser Formaldehydgasmengen ist aber für eine durchgreifende Desinfektion von ausschlaggebender Bedeutung. Günstige Resultate scheint dagegen der Trillat'sche Autoclav (Autoclave formogène) bei der Desinfektion von Wohnräumen in grösserem Massstabe zu geben. Erhitzt man die käufliche Formalinlösung unter einem Drucke von 3 bis 4 Atmossphären und gibt ein Neutralsalz z. B. Chlorcalcium hinzu, so entwickelt sich das reine Formaldehydgas, ohne dass dabei der indifferente Paraformaldehyd ausscheidet. Der Apparat besteht aus einem kupfernen Autoclaven von etwa 5 Liter Inhalt. Der Deckel, welcher mit einem Gummiring gedichtet und mit 6 Klappschrauben verschlossen wird, trägt oben ein Manometer, einen Thermometer und einen Niederschraubhahn, an welchem ein sehr dünnes kupfernes Röhrchen von etwa 1 mm Durchmesser und etwa 50 cm Länge befestigt wird. Dieser Hahn wird geöffnet, sobald der Druck 3—4 Atmossphären erreicht hat, worauf die Dämpfe mit einem kräftigen Strahle durch das dünne Röhrchen austreten. Dadurch wird es ermöglicht, den Autoclaven vor der Eingangsthür der zu desinficierenden Wohnung aufzustellen und die Dämpfe vermittelst des Röhrchens durch das Schlüsselloch hineinzuleiten. Dies hat den Vorzug, dass man bei der Intriebsetzung des Apparates von den sonst so lästigen Formalindämpfen gar nichts zu leiden hat. Die Heizung erfolgt mit Petroleum oder Gas. Um das Überschäumen zu vermeiden, darf der Apparat nicht mehr als $^3/_4$ voll sein, wozu höchstens $3^1/_2$ Liter notwendig sind. Die von Trillat ange-

gebene Lösung besteht aus einer Mischung von 150 g Chlorcalcium auf 1 Liter der käuflichen 40%igen Formaldehydlösung und wird Formochlorol genannt. Die Flüssigkeit darf nicht mehr als 1% Methylalkohol enthalten, da dieser beim Erhitzen unter Druck das unwirksame Methylal bildet. Die Ausbeute des Formochlorols beträgt nach Strüver 77,6%.

Desinfektionsversuche in grösseren Räumen mit diesem Autoclaven ergaben sehr günstige Resultate. Roux und Trillat[27] erzielten in einem Saale von 370 cbm Inhalt bei Verwendung von $3^1/_2$ l Formochlorollösung in etwa 14 Stunden vollständige Abtötung sämtlicher Infektionskeime, desgleichen in einem Saale von 1400 cbm mit 9 l in 36 Stunden. Bosc[2] vernichtete in einem Raume von 737 cbm mittelst 3 Liter Formochlorol innerhalb 6 Stunden alle pathogenen Keime, einschliesslich der Milzbrandsporen. Pfuhl[23] hatte ähnlichen Erfolg innerhalb 12 Stunden in einem Raume von 1047 cbm bei Verwendung von 1840 g. der Lösung. Ähnliche Resultate beschreiben Niemann,[20] Vaillard und Lemoire, Funk[11] u. a.

Nach den gemachten Erfahrungen bedarf es zur erfolgreichen Desinfektion von 100 cbm Rauminhalt 1 Liter Formochlorol bei einer Einwirkung von 6 Stunden.

Zur Abtötung von nicht sporenbildenden Bakterien bedarf es nach Strüver[32] pro cbm Rauminhalt 1,6 g Formaldehyd, welcher in 8—10 ccm Formochlorol enthalten ist. Für Sporen bedarf es 2,5 g = 13—15 ccm Formochlorol. Zu denselben Resultaten kommt auch Funk[11]. Einen Nachteil hat auch dieses Verfahren, der Formaldehyd dringt nicht in die Tiefe. Es eignet sich daher nur zur Oberflächendesinfektion, wie z. B.

zur Desinfektion der Wände, Decken und Fussböden von Krankenzimmern, sowie der darin enthaltenen Bettstellen, Tische und Stühle. Zur Desinfektion von Kleidern, Betten, Matratzen und wollenen Decken bedarf man nach wie vor des strömenden Wasserdampfes.

Als Nachteil des Apparates führt Aronson[1] ferner seine grosse Kostspieligkeit an, da alle auf einen so hohen Druck beanspruchten Apparate sehr fest und solid construiert sein müssen; ausserdem erscheint es bedenklich, solche Autoclaven, wie es in der Praxis notwendig ist, ohne weiteres Laien in die Hand zu geben; es würde dieses direkt polizeilichen Massregeln widersprechen. Allerdings dürfte der Apparat vor allen für die öffentlichen Desinfektionsanstalten in betracht kommen und hauptsächlich in die Hände von geschulten Desinfektoren gelangen.

III.

Entwicklung der Formaldehyddämpfe aus dem festen polymerisierten Formalin (Trioxymethylen).

Brocher[3] benutzte zuerst das Trioxymethylen, um durch Erwärmen Formaldehyd zu erzeugen. Das Trioxymethylen ist eine Verbindung von 3 oder vielleicht mehreren Molekülen Formaldehyd und stellt ein weissliches, ziemlich stechend riechendes, aber für Desinfektionszwecke ganz unwirksames Pulver dar. Brocher leitete warme Luft über das in Stückchen geschnittene Trioxymethylen. Das dabei entstehende wirksame Formaldehydgas ist in solcher Verdünnung, dass es sich durch die Abkühlung nicht mehr zu der unwirksamen Form polymerisieren kann.

Eine sehr einfache Vorrichtung für diesen Zweck hat die chemische Fabrik Schering in den Handel

gebracht. Der polymerisierte Formaldehyd wird dabei nicht in Pulverform, sondern in stark comprimiertem Zustande als Pastillen verwendet. Jede dieser Formalinpastillen, welche 100% Formaldehyd enthalten, wiegt 1 g. 1 g Pastille entwickelt 1 g Formaldehyd, entspricht also $2^1/_2$ g. des 40% flüssigen Formalins. Das Wesen des Apparates besteht darin, dass der feste polymerisierte Formaldehyd durch heisse Verbrennungsgase in gasförmigen Formaldehyd übergeführt und die Verbrennungsgase mit dem Formaldehyddampf nachträglich gemischt werden. Durch diesen letzteren Umstand, nämlich der Vermischung von Formaldehyd- und der Feuergase wird es ermöglicht, dass dem Formaldehydgas selbstthätig die nötige Menge Feuchtigkeit zugeführt wird, wodurch eine Polymerisation verhindert und eine ausgiebige Desinfektion ermöglicht wird. Gleichzeitig findet durch den Strom der Verbrennungsgase eine ungemein rasche Verteilung des wirksamen Formaldehydgases in den Räumen statt.

Der Apparat besteht aus einem cylinderförmigen Blechmantel, unter welchem sich ein mit einem Dochte versehenes Spiritusbassin befindet. In dem oberen Teil des Mantels hängt ein Einsatz, welcher dazu bestimmt ist, die Formalinpastillen aufzunehmen. Der Einsatz trägt an seinem oberen Ende eine Anzahl Schlitze, durch welche die bei der Verbrennung des Spiritus entstehenden Feuergase hindurchstreichen müssen. Hierbei findet eine energische Mischung mit den durch Erhitzen aus den Pastillen sich entwickelnden trockenen Formalindämpfen statt. Die Handhabung des Apparates ist eine durchaus einfache und gefahrlose. Das Bassin wird mit gewöhnlichem Brennspiritus gefüllt. In den Einsatz gibt man die Pastillen und stellt den Desinfektor über

den Spiritusbehälter. Nachdem man die Dochte angezündet, verlässt man den Raum und lässt den Apparat ruhig ausbrennen. Natürlich müssen, wie bei allen andern Desinfektionsmethoden mit Formaldehyd, Fenster, Ofenthüren und sonstige Öffnungen vorher sorgfältig verschlossen werden.

In dem Apparate können 100—150 Pastillen vergast werden. Zur Entwicklung grösserer Mengen von Formaldehyddampf muss man mehrere Desinfektoren aufstellen.

Zur Desinfektion eines mittelgrossen Zimmers von etwa 80—100 cbm genügen nach den Untersuchungen Aronson's[1] 100—150 Formalinpastillen. Alle nicht sporenhaltige Keime waren nach 24 Stunden steril; die Desinfektion von Milzbrandsporen gelingt nicht in allen Fällen. Auch der bei dieser Methode gebildete Aldehyd wirkt nur ziemlich oberflächlich und dringt z. B. nicht in die Mitte eines Federkissens. Für Betten, Matratzen und ähnliche Gegenstände wird daher stets der Wasserdampf vorzuziehen sein. Dagegen eignet sich die Methode zur Desinfektion frei aufgehängter Kleider, Stoffe, Portieren u. s. w. sehr gut. Man muss die Oberflächen nur möglichst frei legen.

Eine grosse Reihe von Versuchen, welche von Stabsarzt Dieudonné im hiesigen Garnisonslazaret nach dieser Methode ausgeführt wurden, ergaben vorzügliche Resultate. Stets waren die verschiedenartigsten Testobjekte — an Tuchproben angetrocknete Kulturen von Staphylokokken (aureus), Thyphus, Diphtherie, ferner Milzbrandsporen an Seidenfäden, soferne sie offen den Dämpfen ausgesetzt waren — nach 7 Stunden abgetötet. Auch bei einer Nachprüfung im Münchner hygienischen Institut hat sich der Apparat gut bewährt. Bei Verwendung von 2 g Formaldehydpastillen pro cbm Luft-

raum waren in einem Zimmer unter gewöhnlichen Verhältnissen Staphylokokken, Diphtherie- und Typhusbacillen und andere leichter zu vernichtende Infektionserreger sicher abgetötet.

Es hat sich aber gezeigt, dass die Wirkung des Apparates eine weit sicherere, raschere und energischere ist, wenn das Zimmer und die darin befindlichen Objekte sich in feuchtem Zustande befinden. Nach den Untersuchungen von Peerenboom[21] bewirkt nämlich nicht der **gasförmige** Formaldehyd als solcher die Desinfektion, sondern **seine wässerigen Lösungen**. Die hierzu nötige Menge Wasser entnimmt der Formaldehyd der Feuchtigkeit der Luft und schlägt sich, in diesem Wasser gelöst, auf die Objekte nieder. Je mehr ein Raum mit Wasserdampf gesättigt ist, um so weniger tritt die Polymerisation des Formaldehyds ein, also das Wenigerwirksamwerden. Da die bakterientötende Kraft des flüssigen Formalins, wie wir gesehen haben, eine sehr bedeutende ist, so genügt schon eine sehr geringe Conzentration des Mittels. Am intensivsten ist die Wirkung, wenn die Luft des zu desinficierenden Raumes **mit Wasserdämpfen übersättigt** ist, wie Schlossmann,[29] Czaplewski[6], sowie Hammerl und Kermauner[15] gezeigt haben. Am einfachsten wird dieses durch Verdampfen von Wasser erreicht und zwar in der Weise, dass man etwa die drei- bis vierfache Menge nimmt, welche bei der vorhandenen Temperatur zur Sättigung der Luft nötig gewesen wäre. Bei mittlerer Temperatur bedarf man auf 100 cbm Rauminhalt etwa 3 Liter Wasser, welche mittelst eines Liters Spiritus verdampft werden. Auf diese Weise gelingt es, bei einer Verwendung von 2 Pastillen pro cbm Luftinhalt, statt in 24, bereits in 7 Stunden zu desinficieren.

Weit einfacher ist es daher, wenn man die Wasserverdampfung und Formaldehydgasentwicklung mit einander verbindet. Einen solchen, für die Praxis sehr empfehlenswerten combinierten Apparat hat nun die Schering'sche Fabrik unter dem Namen des „combinierten Äskulap" in den Handel gebracht. Nach einer Beschreibung Kobert's[16] ist dieser Apparat so eingerichtet, dass er 250 Pastillen fassen kann. Die dieselben enthaltende Äskulaplampe ist innen umgeben von einem ringförmigen, kupfernen Wasserkessel, der mit $3^3/_4$ Liter Wasser zu füllen und zu erhitzen ist. Zu diesem Behufe ist ein ringförmiger Spiritusbrenner darunter angebracht. Das in Dampf verwandelte Wasser strömt aus 4 Düsen aus. Äskulaplampe und Wasserkessel sind von einem Schutzmantel, auf welchem ein Helm sitzt, umgeben.

Die Versuche mit diesem Apparate haben sämtlich gute Resultate ergeben.

IV.

Apparate, welche den Zweck haben, grosse Mengen Wasserdampf und gleichzeitig möglichst rasch die entsprechende Menge von Formaldehyd zu entwickeln.

Hierher gehört zunächst der Lingner'sche[29] Apparat. In demselben wird eine Mischung von Formalin, Glycerin und Wasser (Glykoformal) zum Verdampfen gebracht. Durch den Zusatz von Glycerin soll bewirkt werden, dass eine Polymerisation nicht eintritt und damit nicht die Wirkung des Formaldehyds vernichtet wird. Der Apparat besteht aus zwei Kesseln, einem Ringkessel, in welchem Wasser zum Sieden gebracht wird; der Wasserdampf steigt dann in den 2. Kessel, welcher mit Glykoformal angefüllt ist. Dieses wird durch 4 Düsen durch den Wasserdampf vernebelt und herausgeschleudert.

Es entstehen dicke, ungeheuer stechend riechende, weissliche Nebel, welche in 10 Minuten ein Zimmer so undurchdringlich anfüllen, dass man eine in der Mitte brennende Glühlampe nicht mehr zu erkennen vermag. 2 l Glykoformal können mit einem Apparate vernebelt werden.

Entsprechend der grossen Menge wirksamen Formaldehyds, welches in den Raum gebracht wird, ist die Wirkung eine sehr rasche, und auch im hiesigen Garnisonslazarete konnte bei zahlreichen Versuchen des Herrn Stabsarztes Dr. Dieudonné die Angabe der Fabrik, dass in 3 Std. auch widerstandsfähige Keime getötet würden, bestätigt werden. Stets waren nach dieser Zeit auch widerstandsfähige Bakterien abgetötet. Doch war auch hier nur eine Wirkung auf die oberflächlich gelegenen Keime zu bemerken, während die geschützt liegenden, beispielsweise in Watte oder in Kleider befindlichen Bakterien entgegen den ursprünglichen Angaben der Fabrik vollständig unbeeinflusst blieben.

Trotz dieser prompten Erfolge hat dieser Apparat doch bedeutende Nachteile. Seine Konstruktion ist ziemlich compliciert; Reparaturen sind deshalb schwer ausführbar und kostspielig. Ferner ist der Geruch nach der Desinfektion ein so penetranter, dass er sich auch noch nach Versprengung von Ammoniak und nach langem Lüften bemerkbar macht. Endlich hat nach allgemeiner Erfahrung der Glycerinzusatz zur folge, dass er sich überall an den Gegenständen des Zimmers als ein unangenehmer, klebriger Überzug anlegt. Czaplewski[6] meint auch, dass das Glycerin zur Wirkung ganz unnötig sei und vielleicht auch schädlich, dass es vielmehr hauptsächlich auf Verwendung reichlicher Mengen von Formaldehyd und von Wasserdampf ankommt. Da

man auch nur 2 l Glykoformal auf einmal vernebeln kann, so wären bei grösseren Räumen mehrere Apparate nötig, was wiederum einen Nachteil bedeutet.

Weitere Apparate, welche den Zweck haben, grosse Mengen von Wasserdampf und gleichzeitig möglichst rasch die entsprechende Menge von Formaldehyd zu entwickeln, wurden von Czaplewski[6] und Prausnitz[25] angegeben. Diese Apparate sind im Prinzip des Lister'schen Carbolspray's gebaut und versprayen grosse Mengen von Formalin und Wasser. Über praktische Erfolge mit diesen beiden Apparaten ist bis jetzt in der Litteratur noch nichts bekannt geworden.

Der zweckmässigste, einfachste und billigste Apparat ist zweifellos der von Flügge[10] u. v. Brunn[4] beschriebene, sogenannte Breslauer Apparat. Derselbe ist folgendermassen construiert. Er besteht aus einem Kessel aus starkem, inwendig mit einer besonderen Legierung überzogenen Kupferblech. Der fest aufgelötete Deckel ist flach gewölbt und trägt in der Mitte ein Abströmungsrohr, an welches sich ein starker Gummischlauch ansetzen lässt, zwei Handhaben und einer Eingussöffnung, welche mittelst eines einschraubbaren, metallenen Stöpsels und einer Bleidichtung gasdicht verschlossen werden kann. Die Heizung wird besorgt durch eine Spiritusflamme nach Art der bei den gewöhnlichen Schnellkochern gebräuchlichen; durch 20 in 2 concentrischen Kreisen angeordnete Röhrchen wird für reichliche Luftzufuhr gesorgt. In der Mitte bleibt ein grosser Raum, um das Eingiessen des Spiritus zu erleichtern. Kessel und Spiritusflamme umhüllt teilweise ein Mantel aus Eisenblech. Derselbe dient zu gleicher Zeit als Gestell für Kessel und Lampe. Der obere Rand wird überragt von 3 je einen cm hohen Stützen

für den Kessel. Es wird dadurch ein Spalt geschaffen, durch welchen die Circulation der Luft und die Abströmung der Verbrennungsgase erfolgen kann. Zwecks reichlicher Luftzufuhr ist der Mantel in seinem unteren Teile von 18 Luftlöchern durchbrochen. Die Löcher endigen 3 cm über dem Boden, wodurch etwa herunterfliessender Spiritus unschädlich gemacht und einer Schädigung gestrichener Fussböden durch zu grosse Hitze wirksam vorgebeugt werden kann. An der Innenseite des Mantels sind 3 Träger angenietet, auf denen die Spirituslampe ruht. Der ganze Apparat steht auf 3 Füssen und ist mittelst eines beweglichen Bügels wie ein Eimer zu tragen.

Der Apparat wird durch die Schering'sche Fabrik in den Handel gebracht; doch ist nach der genauen Beschreibung von Flügge[10] und v. Brunn[4] jeder einigermassen geschickte Klempner im stande, einen solchen billig herzustellen. Der für die nachstehend beschriebenen Versuche benützte Apparat wurde unter Anbringung einiger Modificationen aus Kupferblech von einem hiesigen Klempner angefertigt.

Von Wichtigkeit ist die Einhaltung eines bestimmten Abstandes zwischen der Unterfläche des Kessels und dem oberen Rande der Lampe, weil davon die Anheizungskraft und die Brenndauer wesentlich abhängt. Bei einem ausprobierten Abstande, bei welchem ein Herausschlagen der Flammen sicher vermieden wird, gelingt es mit diesem Apparate, eine Flüssigkeitsmenge von 4 Liter binnen 10 Minuten zum Kochen zu bringen und in etwa 1 Stunde 3 Liter zu verdampfen.

Der Apparat kann entweder in dem zu desinficierenden Zimmer selbst Aufstellung finden, oder es kann, was bei Gegenwart feuergefährlicher Gegenstände

oder bei kleinen Zimmern sehr von Wichtigkeit ist, die Einleitung der Formalindämpfe von aussen mittelst eines Gummischlauches durch das Schlüsselloch erfolgen. Bei unseren Versuchen, welche namentlich in den hiesigen Kasernen ausgeführt wurden, wurde ausschliesslich die Einleitung der Dämpfe durch das Schlüsselloch mittelst eines durch einen Gummischlauch mit dem Kessel verbundenen Messingröhrchens vorgenommen.

Um eine Schädigung des Kessels durch Überhitzung zu vermeiden, muss das Verhältnis von Formalin und Spiritus so berechnet werden, dass nach völligem Verbrennen desselben noch eine gewisse Menge Flüssigkeit im Kessel zurückbleibt.

Bei der praktischen Durchführung der Formalindesinfektion muss eine Reihe von Vorsichtsmassregeln getroffen werden, von deren genauen Durchführung in allererster Linie der praktische Erfolg der Desinfektion abhängt.

Um eine Entweichung des Gases zu verhindern, muss eine **sorgfältige Abdichtung** der zu desinficierenden Räume erfolgen. Dieselbe besteht im Wesentlichen darin, dass Fenster, Thüren, Ofenthüren, auch kleine Ritzen und Fugen mit feuchten Wattestreifen oder mit Kitt in der später beschriebenen Weise gut verstopft werden.

Nach Beendigung der Desinfektion wird der im Zimmer herrschende Formaldehydgeruch durch energisches Lüften ziemlich rasch beseitigt, so dass nach 2 bis 3 Stunden nach unseren zahlreichen diesbezüglichen Erfahrungen das Zimmer wieder beziehar ist. Noch schneller und sicherer verschwindet der Geruch, wenn man vor dem Öffnen des Zimmers Ammoniak verdampfen lässt. Das Ammoniak bildet nämlich mit dem Formaldehyd eine

völlig geruch- und reizlose Verbindung, das Hexamethylentetramin.

Zu diesem Zwecke bediente sich Flügge[10] und auch wir bei unseren Versuchen eines zweiten kleinen Ammoniakapparates, welcher in einem einfachen Topf aus Eisenblech mit dünnem Abströmungsrohr besteht. Letzteres wird ebenso wie bei dem Formalinapparat mittelst Schlauch mit einem Messingröhrchen verbunden, das vor dem Verschliessen des Zimmers ins Schlüsselloch gesteckt war. Zur Ammoniakentwicklung benützt man die käufliche 25%ige Ammoniaklösung; dieselbe wird in dem 2 Liter fassenden Topf mittelst 200 ccm Spiritus verdampft, was in etwa 20 Minuten erfolgt ist. Bei grösseren Zimmern bedarf es natürlich auch entsprechend grösserer Mengen von Ammoniak und zwar für je 1 cbm Rauminhalt 8 ccm Ammoniaklösung. Nach Beendigung der Verdampfung wartet man noch 30 Minuten, um die Verteilung des Ammoniaks und die Bindung des Formaldehyds vollständiger werden zu lassen. Hierauf werden Thüren und Fenster geöffnet und nach ganz kurzer Lüftung kann man in dem desinficierten Raume ohne Belästigung verweilen. Hierauf werden sofort die abgerückten Möbel wieder an Ort und Stelle gebracht, die aufgehängten Gegenstände sowie die Wattestreifen und sämtliche Dichtungen abgenommen, kurz das Zimmer wird wieder so hergerichtet, dass es bewohnt werden kann. Die Benützung desselben kann dann in der That auch zum Schlafen erfolgen, ohne dass irgend eine Belästigung eintritt.

Der Breslauer Apparat hat vor all den früher erwähnten den Vorteil, dass er gleichzeitig mit der Produktion des Formaldehyds die zu einer wirksamen Desinfektion nötige Menge Wasserdampf entwickelt und zwar

dadurch, dass man sehr stark verdünnte Formalinlösungen verdampft. Es hat sich gezeigt, dass es für die Praxis am günstigsten ist, die Luft des zu desinficierenden Raumes mit Wasserdampf zu übersättigen, so dass leichte Condensation ohne sichtbare und anhaltende Durchnässung auf allen Flächen und Gegenständen eintritt. Hierzu bedarf es für ein Zimmer von 100 cbm Rauminhalt der Verdampfung von 3 Liter Wasser, bei grösseren entsprechend mehr.

Ausser der genügenden Menge Wasserdampfs ist die entsprechende Menge Formalins von Bedeutung. Die zu einer wirksamen Desinfektion nötige Formalinmenge wurde von Flügge[10] für die Praxis auf 250 ccm Formaldehyd pro 100 cbm Raum als Minimalzahl festgesetzt. Allerdings kommt ausser der Grösse des Zimmers auch die Menge der darin befindlichen Gegenstände bei der Bemessung der Formaldehydmenge in betracht. Es bedarf in kleineren Räumen, die mit Mobilien und Gebrauchsgegenständen vollgepfropft sind, für die Sättigung aller Flächen mit Wasserdampf und Formaldehyd relativ mehr als für grosse leere Räume. Überhaupt ist im allgemeinen anzunehmen, dass mit zunehmender Raumgrösse relativ weniger Formaldehyd gebraucht wird. Für letztere kommt man mit 200 g Formaldehyd pro 100 cbm reichlich aus.

Doch empfiehlt es sich in der Desinfektionspraxis, wo man meistens mit reich möblierten Zimmern zu thun hat, die oben erwähnte Minimalzahl von 250 g Formaldehyd pro 100 cbm zu benützen. Diese 250 g Formaldehyd sind in etwa 600 ccm des käuflichen Formalins enthalten. Zu dieser Formalinmenge wird die zur Sättigung nötige Menge Wasser hinzugefügt, und zwar hat sich bei den Versuchen von Flügge[10] und v. Brunn[4]

eine Verdünnung von 1 Teil Formalin auf 4 Teile Wasser als nach jeder Richtung hin günstigste Concentration erwiesen. Es werden also für 100 cbm Raum 660 ccm Formalin + 2300 ccm Wasser, Summa 3000 ccm verdampft. Da jedoch in dem Apparate stets noch ein Rückstand von circa 1000 ccm Flüssigkeit bleiben soll, ist ein Gemisch von 800 ccm Formalin + 3200 ccm Wasser einzufüllen. Bei dieser etwa 8%igen Lösung liegen die Verdampfungsverhältisse äusserst günstig, es bleibt ein Rest von bedeutend geringerem Procentgehalt nämlich etwa 4—5% zurück. Ferner bekommt man bei der Verdampfung der nötigen Menge Formaldehyd nur wenig mehr als 30 ccm pro cbm Wasserdampf in das Zimmer, eine Menge, welche keine Schädigung durch Condenswasser bedingt, wenn das Zimmer nicht abnorm kalt ist.

Zur Verdampfung dieser 4 Liter der Mischung bis auf 1 Liter Rückstand bedarf es bei dem von uns benutzten Apparate 1800 ccm Spiritus. In 10 Minuten beginnt dabei die Dampfentwicklung. Nach 50 Minuten ist der Spiritus verbrannt und gleichzeitig die für die Desinfektion von 100 cbm nötige Menge vollständig verdampft. Bei kleineren Zimmern, welche unter 80 cbm Rauminhalt haben, bedarf es 600 g Formalin, 2400 g Wasser und 1000 g Spiritus. Bei grösseren Zimmern mit über 100 cbm Rauminhalt bedarf es natürlich entsprechend grösserer Mengen Formalin, Wasser und Spiritus. Mit unserem Apparate, welcher nur für die Verdampfung von 4 Liter berechnet ist, gelingt dieses sehr leicht durch **Nachfüllen** von folgenden Mengen, welche natürlich nur für den von uns benutzen Apparat Giltigkeit haben.

Nachzufüllen sind:

bei Rauminhalt von 100—150 cbm 200 g Form., 800 g Wass., 500 g Spir.

„ „ „ 150—200 cbm 400 g Form., 1600 g Wass., 1000 g Spir.

„ „ „ 200—250 cbm 600 g Form., 2400 g Wass., 1500 g Spir.

Bei den erwähnten Formalinmengen genügt nach den Versuchen von Flügge[10] und v. Brunn[4] eine Desinfektionsdauer von etwa 7 Stunden vom Anzünden des Apparates an gerechnet. Diese Zeit lässt sich jedoch bei der Benützung grösserer Formaldehydmengen auf die Hälfte nämlich $3^1/_2$ Std. herabsetzen, wenn man für 100 cbm Raum statt 250 g Formaldehyd die doppelte Menge nämlich 500 g nimmt, die in etwa 1320 g der Formalinlösung enthalten sind. Es müssen demnach, wenn man eine so rasche Desinfektion erzielen will, 1320 ccm Formalin + 2400 ccm Wasser verdampft und somit wegen des nötigen Rückstandes etwa 1500 ccm Formalin + 3200 ccm Wasser in den Apparat eingefüllt werden. In Fällen, wo Wohnungen nur ganz kurze Zeit entbehrt werden können, wo also eine möglichst kurze Desinfektionsdauer von grösster Wichtigkeit ist, kann dieses mit obigen Formalinmengen sicher erreicht werden. Doch zeigte sich bei mehreren von uns mit der doppelten Concentration ausgeführten Versuchen der Nachteil, dass ähnlich wie beim Lingner'schen Apparate infolge des starken Überschusses an Formaldehyd der stechende Geruch ungemein lange haften bleibt und selbst durch Ammoniakentwicklung und längeres Lüften sich nur schwer beseitigen lässt. Für die gewöhnliche Desinfektionspraxis dürfte es sich daher empfehlen, die Concentration von 250 g Formaldehyd pro 100 cbm Raum bei 7 stündiger Einwirkung zu benutzen.

Mit diesem Apparate wurden von mir im hiesigen Garnisonslazaret eine Reihe von Versuchen über die Abtötung der verschiedenartigsten Bakterien angestellt. Als Testobjekte wurden frische nicht über 24 Std. alte Kulturen von Staphylococcus pyogenes aureus, Diphtherie-, Typhusbacillen, Bacillus pyocyaneus benützt. Die Bacillen waren teils an sterilen Leinwandläppchen, teils an Seidenfäden oder Granaten angetrocknet. Ausserdem wurden an Seidenfäden und Granaten angetrocknete äusserst resistente Milzbrandsporen verwendet, sowie in einigen Fällen Gartenerde, Kartoffelschalen, ferner direkt vom Operationssaal kommender in Watte aufgefangener Eiter in dicken Schichten, welcher bei der Controllimpfung auf schrägen Agar massenhaft Staphylococcus pyog. aureus enthielt. Die Testobjekte wurden in verschiedenen Höhen des Zimmers, unter der Deke, in mittlerer Höhe, am Fensterbrett, am Fussboden, am Ofen ausgelegt und zwar teils offen, so dass die Dämpfe sicher von allen Seiten herandringen konnten, teils in kleinere oder grössere Wattebäuschchen eingehüllt, ferner in das Innere von Matratzen oder unter dieselben gelegt oder endlich in Kleidertaschen eines Uniformrockes untergebracht. Ferner wurden in einigen Versuchen üppig gewachsene schräge Agarkulturen der oben erwähnten Bakterienarten in den Röhrchen selbst, nachdem der Watteverschluss abgenommen war, aufgestellt. Zur Prüfung der Desinfektionswirkung wurden die Testobjekte nach beendigter Desinfektion zunächst in Bouillon abgespült und hierauf in Bouillonröhrchen mit 10 ccm Bouillon übertragen. Es wurden deshalb so reichliche Bouillonmengen verwendet, um etwa trotz der Ammoniakeinwirkung noch vorhandene eventuell entwicklungshemmende Formalinmengen möglichst zu verdünnen und unschäd-

lich zu machen, da ja noch minimale Mengen des Formalins deutlich entwicklungshemmende Wirkungen besitzen, welche, wie Schumburg[31] gezeigt hat, bei der Verimpfung der Testobjekte auf Gelatine oder Agar sehr leicht zu Fehlerquellen Veranlassung geben können. Die Bouillonröhrchen wurden ebenso wie die stets angelegten Controllröhrchen 8 Tage im Brutschrank bei 37° aufbewahrt, und erst nach dieser Zeit wurden die Resultate über Abtötung etc. notiert. Sämtliche Controllröhrchen zeigten nach 24 oder spätestens 36 Std. üppiges Wachstum.

Die Versuche wurden zum grössten Teil in einem an den Sektionsraum des Leichenhauses anstossenden Zimmer von fast genau 100 cbm Rauminhalt ausgeführt. Das Zimmer besitzt 4 ziemlich gut schliessende und verhältnismässig leicht abzudichtende Fenster und eine schlecht schliessende Thüre. Ein Fenster geht nach dem Sektionsraum, was den Vorteil hat, dass man die ganze Desinfekton und namentlich die Entwicklung der Formalindämpfe gut beobachten und überwachen konnte. Einige andere Versuche wurden in verschiedenen Krankenzimmern von verschiedener Grösse und in einem Wärterzimmer ausgeführt. Aus der grossen Zahl (über 20) der Versuche lasse ich einige nachstehend folgen:

1) 19. April 1899.

Zimmer im Leichenhaus, Rauminhalt 100 cbm; Zimmertemperatur 14° Cels.; Formalin 800 ccm; Wasser 3200 ccm; Spiritus 1800 ccm. Beginn der Verdampfung 8 h 15', Beginn der Dampfentwicklung 8 h 25'; Flamme erlischt 9 h 5'; Rückstand 1000 ccm; Beginn der Ammoniakentwicklung 4 h nachmittags; Verdampfung von 800 ccm Ammoniak mittelst 200 ccm Spiritus. Die Testobjekte lagen teils offen auf Tischen, Stühlen, Fuss-

boden und Regalen, teils in Watte, teils in eine wollene Decke gehüllt.

	offen	in Watte	in der Decke
Staphylococc. aur. an Leinwandläppchen	—	+	+*)
Dasselbe an Granaten	—	+	+
24 stündige Agarkultur in Röhrchen	+		
Diphtheriebacillen an Läppchen angetrocknet	—	+	+
24 stündige Agarkultur in Röhrchen	+		
Bacillus pyocyan. an Läppchen angetrocknet	—	+	+
Derselbe an Granaten	—	+	+
24 stündige Agarkultur im Röhrchen	+		
Eiter	—	+	
Milzbrandsporen an Seidenfäden	—	+	+
Dieselben an Granaten	—	+	+

Demnach waren alle oberflächlich liegenden, an Läppchen, Fäden oder Granaten angetrockneten Testobjekte abgetötet, und zwar zeigte sich kein Unterschied, ob dieselben in der Höhe des Zimmers unter der Decke oder in der Mitte oder am Fussboden aufgestellt waren. Dagegen war keine Abtötung zu beobachten, wenn diese Testobjekte in eine dünne Watteschichte oder eine wollene Decke eingehüllt waren.

Ebenso waren die Agarröhrchen (Kulturen) nicht abgetötet, da offenbar das Gas nicht in dieselben eindringen konnte (toter Winkel).

*) — bedeutet abgestorben, + gewachsen.

2) 25. IV. 1899.

Dasselbe Zimmer wie bei 1.; Temperatur 16° Cels. dieselbe Menge Formalin. Wasser und Spiritus wie bei 1. Beginn der Verdampfung 8 h 50'; Dampfentwicklung 9 h; Flamme erlischt 9 h 40'; Rückstand 950 ccm; Beginn der Ammoniakentwicklung 4 h 30'.

	offen	in Watte	an der Unterfläche eines Regals
Staph. aur. an Leinwandläppchen angetrocknet	—	+	—
Derselbe an Granaten	—	+	+
24 stündige Agarkulturen in Röhrchen	+		
Typhusbacillen an Leinwandläppchen angetrocknet	—	+	+
Dieselben an Granaten.	—	+	+
Diphtheriebac. an Leinwandläpp. angetrocknet	—	+	+
24 stündige Agarkult. in Röhrchen	+		
Typhusbacillen in 24 stünd. Agarkult. in Röhrchen	+		
Eiter	—	+	+
Gartenerde	+	+	+
Kartoffelschalen	erst nach 3 Tg + (Bac. subtilis)	+	

Das Resultat ist im allgemeinen dasselbe wie bei 1. Dass die Gartenerde und Kartoffelschalen mit ihren ungemein widerstandsfähigen Sporen, wie sie in der Desinfektionspraxis niemals vorkommen, nicht abgetötet wurden, war vorauszusehen. Ausserdem waren die Testobjekte, welche unter dem Regal mit niedrigen Füssen

angebracht waren, mit Ausnahme des Staphyl. aur. an Leinwandläppchen nicht abgetötet.

3) 5. V. 1899.

Dasselbe Zimmer; doppelte Concentration, 1500 ccm Formalin, 3200 ccm Wasser, 2000 ccm Spiritus; Zimmertemperatur 16° Cels.

Beginn der Verdampfung 8 h 15'; Dampfentwicklung 8 h 24'; Flamme erlischt 9 h 15'; Rückstand 750 ccm;

Beginn der Ammoniakentwicklung 12 h 45', also nach $3^1/_2$ Std. Verdampfung von 1500 ccm Ammoniak durch 300 ccm Spiritus. Da es sich gezeigt hatte, dass nur auf oberflächlich gelegene Testobjekte eine Abtötung zu erzielen war, wurden nur noch offene Objekte ausgelegt.

Ort der Auslegung der Testobjekte.

Staph. aur. an Läppchen angetrockt.	auf einem Tisch —	am Fussboden —	Fussboden unter dem Regal —
Diphtheriebacillen angetrocknet	am Fenster —	in einer aufgezog. Tischschublade. —	
Milzbrandsporen an Seidenfäden	auf einem Tisch —	unter der Zimmerdecke —	am Fussbod. in der entferntesten Ecke des Zimmers. —
Milzbrandsporen an Granaten	auf einem Tisch —	am Fussboden —	

Demnach ist mit der doppelten Menge Formalin bei einer nur $3^1/_2$ stündl. Einwirkung ebenfalls eine Abtötung aller aufgelegten Testobjekte erfolgt. Der Geruch nach Formaldehyd war auch noch nach der Ammoniakentwicklung und längerer Lüftung ein ungemein intensiver,

4) 26. V. 1899.

Zimmer No. 9 der inneren Station; 65 cbm Rauminhalt; Temperatur 17° Cels.; 600 g Formalin; 2400 ccm Wasser; 1000 ccm Spiritus; Beginn der Verdampfung 8 h 55'; Dampfentwicklung 9 h 2'; Flamme erlischt 9 h 30'; Rückstand 860 ccm.

Die Testobjekte waren teils offen, teils im Innern einer gut gefüllten Rosshaarmatratze, teils in der hinteren Tasche eines Uniformrockes.

	offen	im Innersten einer Matratze	In der Tasche eines Uniformrock.
Staphyl. aur. an Läppchen angetrocknet	—	—	+
Staphyl. aur. an Granaten	—	+	—
Diphtherie an Läppchen angetrocknet	—	+	+
Diphtherie an Granaten	—	+	—
Bac. pyocyan. an Läppchen angetrocknet	—	+	—
Bac. pyocyan. an Granaten	—	+	—
Typhus an Läppch. angetr.	—	+	—
Typhus an Granaten	—	+	+
Eiter	—	+	

Die im Innern der Rosshaarmatratze befindlichen Objekte waren, wie vorauszusehen, nicht abgetötet. Die Wirkung auf die in der Rocktasche befindlichen Objekte war eine unsichere. Der Rock (Dienstanzug eines Sanitätsoffiziers mit goldener Stickerei) war nicht im mindesten beschädigt.

5) 9. V. 1899.

Operationszimmer mit 126 cbm Rauminhalt; 800 ccm Formalin; 3200 ccm Wasser; 1800 ccm Spiritus; Beginn

der Verdampfung 8 h 45'; Dampfentwicklung 8 h 55'; Flamme erlischt 9 h 50'; hierauf wurden nachgefüllt 200 ccm Formalin; 800 ccm Wasser; 500 ccm Spiritus; Flamme erlischt 10 h 30'; Rückstand 950 ccm.

Testobjekte.	Ort der Auslegung.		
Staph. aur. an Leinwandläppchen	am Fensterbrett —	auf dem Fussbod. —	auf einem Tische. —
B. pyocyan. an Leinwandläppchen	am Fensterbrett —	unt.d.Zimmerdecke —	am Fussbod. —
Diphtheriebac. an Leinwandläpp.	in der äussersten Ecke am Fussbod. —		
Milzbrandsporen an Seidenfäden	am Fussboden —	auf einem Tische —	
Eiter	auf einem Tisch —	am Fussboden —	

Das Resultat war demnach auch in einem grösseren Zimmer als 100 cbm bei der entsprechenden Formalinmenge ein günstiges.

6) 8. V. 1899.

Krankenzimmer No. 15; Rauminhalt 364 cbm; Temperatur 14° Cels.; 800 g Formalin; 3200 ccm Wasser; 1800 ccm Spiritus; Beginn der Verdampfung 8 h 23'; Dampfentwicklung 8 h 33'; Flamme erlischt 9 h 29'; hierauf wird nachgefüllt: 600 ccm Formalin; 2400 ccm Wasser; 1500 ccm Spiritus; Beginn der Verdampfung 9 h 29'; Dampfentwicklung 9 h 35'; Flamme erlischt 10 h 27'; also insgesamt verdampft: 1400 ccm Formalin. 5600 ccm Wasser; verbrannt 3300 ccm Spiritus; Rück-

stand 600 ccm, Beginn der Ammoniakentwicklung 5 h 30′; verdampft wurden 2000 ccm mittelst 500 ccm Spiritus.

Testobjekte	Ort der Auslegung		
Staphyl. aur. an Leinwandläppchen	am Ofen	am Fussboden	am Fenster
	—	—	—
Diphtheriebac. an Leinwandläppchen	am Ofen	am Fussboden	am Fenster
	—	—	—
Milzbrandsporen an Seidenfäden	am Ofen	am Fussboden	am Fenster
	—	—	—
Milzbrandsporen an Granaten	am Ofen	am Fussboden	am Fenster
	—	—	—

Darnach lässt sich auch bei grossen Zimmern eine sichere Abtötung der in betracht kommenden Bakterien bei Verwendung der entsprechenden Formalinmengen erzielen; und zwar genügen bei so grossen Räumen, in denen relativ wenige Gegenstände namentlich Möbel sich befinden, auch relativ geringere Mengen Formalin.

Demnach haben auch unsere Versuche gezeigt, dass sich mit dieser Methode eine Abtötung der verschiedenartigsten Testobjekte erreichen lässt, aber nur, wenn dieselben oberflächlich liegen, so dass sie von allen Seiten frei dem Gas ausgesetzt sind. Eine Tiefenwirkung ist dagegen nicht vorhanden.

Für die **praktische Wohnungsdesinfektion** müssen wir daher **Abhilfsmassregeln und Ergänzungen** finden, durch welche erreicht wird, dass alle oder nahezu alle in dem Wohnraum vorhandenen Krankheitserreger, nicht nur die oberflächlich exponierten abgetötet werden.

Da das Gas nur oberflächlich wirkt und nicht in das Innere der Polstermöbel und Betten eindringt, so

müssen diese Gegenstände, wenn sie bis in ihre innersten Schichten inficiert sind, durch Wasserdampf sterilisiert werden. In den meisten Fällen werden aber auch hier nur die oberflächlichen Schichten mit Keimen inficiert sein, so dass die Formaldehyddesinfektion genügt. Fenstervorhänge, dünne Deken, Kleider müssen sorgfältig ausgebreitet oder aufgehängt und Falten nach Thunlichkeit vermieden werden, damit das Gas von allen Seiten einwirken kann. Ebenso ist eine sorgfältige Ausbreitung der anderen Gegenstände, auch der Möbel, notwendig. Stark beschmutzte und verunreinigte Wäsche, welche durch das Formaldehydgas nicht zuverlässig desinficiert wird, muss während der Dauer der Desinfektion in einen Behälter mit $1^0/_{00}$iger Sublimatlösung im Zimmer selbst gelegt werden. Dort bleibt diese Wäsche, solange die Desinfektion dauert, und ist dann sicher desinficiert. Ebenso müssen sichtbar mit Excreten verunreinigte Stellen des Fussbodens, der Wand u. a. reichlich mit Sublimatlösung befeuchtet werden.

Erst nach diesen Massregeln wird aus der Formaldehydentwicklung ein praktisch anwendbares Desinfektionsverfahren.

Ferner ist, wie besonders Flügge[10] betont hat, die Formalindesinfektion bei einigen Krankheiten wegen ihrer oberflächlichen Wirkung nicht anwendbar und daher entschieden nicht indiciert. Dahin gehören namentlich Cholera asiatica, Abdominaltyphus und Ruhr.

Bei diesen Krankheiten findet eine beschränkte Ausstreuung der Krankheitserreger nur auf Wäsche, Betten, Kleider, Ess- und Trinkgeschirr und die nächste Umgebung des Bettes statt; hier aber ist meist mit einem tieferen Eindringen der Excrete zu rechnen oder

damit, dass letztere dickere Schichten bilden, die vom Formaldehydgas nicht sicher durchdrungen werden.

In diesen Fällen ist es einfacher und zuverlässiger, Wäsche, Betten und Kleider im Dampfofen, Ess- und Trinkgeschirre in kochendem Wasser zu desinficieren. Ausserdem braucht nur die Bettstelle und die nähere Umgebung derselben durch reichliches Befeuchten mit Sublimat- oder Carbollösung und der Abort mit Kalkmilch oder Chlorkalk desinficiert zu werden. Eine Berücksichtigung der an entfernte Möbeln, Wände, Bilder, an die Decke u. s. w. etwa verschleppten Krankheitserreger ist hier sicher nicht erforderlich. Unsere bisherige Desinfektion geht bei den genannten Krankheiten weit über das erforderliche Mass hinaus. Wird sie in der angegebenen Weise beschränkt, so wird sie sehr an Popularität gewinnen, selbst wenn das Hinausschaffen der Sachen aus dem Hause und die unbeliebte Dampfdesinfektion bestehen bleiben.

Ferner reicht bei Kindbettfieber, Eiterungen, Erysipel, Sepsis — Krankheiten, die in der Hauptsache nur in Krankenhäusern, dann aber um so sorgfältigere Desinfektion erheischen — die Formaldehyddesinfektion nicht aus, weil wir auch hier gewöhnlich mit tieferem Eindringen der Excrete in Betten u. s. w. zu rechnen haben.

Andererseits ist bei den genannten Krankheiten aber weitere Ausstreuung der Krankheitserreger in Staub- und Tröpfchenform zu befürchten, und so kommen wir also in diesen Fällen zu einer Combination von Dampfdesinfektion für Betten, Kleider, Wäsche und Formaldehyddesinfektion für den Wohnraum und die übrigen Gegenstände.

Auch bei Pocken und Pest wird überall da, wo ein tieferes Eindringen von Excreten namentlich in die Betten vermutet werden darf, die gleiche combinierte Desinfektion am Platze sein.

Das sind aber nur Fälle, in denen ausnahmsweise die Desinfektion einzugreifen hat. Ganz wesentlich werden die Desinfektionskolonnen in Anspruch genommen durch Diphtherie, ferner durch Scharlach und Phthise, bei denen übrigens nur auf Wunsch der Angehörigen desinficiert zu werden pflegt. Zuweilen kommen dazu gehäufte Fälle von Masern und Influenza.

Wir haben die Methode in grossem Massstabe in den hiesigen Kasernen und in zahlreichen Privatwohnungen mit allgemein befriedigendem Resultate ausgeführt.

Das Verfahren gestaltete sich folgendermassen:

I. Vorbereitung des Zimmers.

Die Bettstellen, Kommode u. s. w. werden abgerückt, Thüren von Schränken und Schubladen geöffnet, Spielsachen, Bücher u. s. w. frei aufgehängt oder aufgestellt. Sodann werden Wäscheleinen gezogen, an denselben werden Betten, Decken, kleinere Teppiche und Kleider so aufgehängt, dass sie nirgends aufliegen, oder dass nirgends enge Falten gebildet werden. Die Betten sind so aufzuhängen, dass sie an den Zipfeln mit Bindfaden, der in Sublimatlösung eingetaucht und wieder ausgewunden worden ist, festgebunden und freihängend befestigt werden. Kleider sind ebenfalls freihängend zu befestigen, Röcke und Blousen u. s. w., indem man eine Stange durch beide Ärmel steckt, Rockkragen sind aufzuklappen; sämmtliche Taschen werden nach aussen umgewendet.

Bettbezüge und die grobbeschmutzte Wäsche, ferner beschmutzte Taschentücher werden, da sie durch die Formalindämpfe nicht sicher desinficiert werden, in einen mit 1‰iger Sublimatlösung gefüllten Eimer hineingelegt und darin während der Dauer der Desinfektion im Zimmer selbst belassen. Die am Bett befindliche Wand, sowie grobbeschmutzte Stellen des Fussbodens werden mit dieser Sublimatlösung stark befeuchtet.

Hierauf werden Fenster und Stubenthüren mit Wattestreifen sorgfältig gedichtet. Sprünge in den Fensterscheiben und Thüren sind mit Kitt zu verschliessen. Die Schlüssellöcher der Thüren werden bis auf dasjenige der Aussenthüre verstopft.

Auf Luftheizungs-, Ventilations- und andere Öffnungen in den Wänden — auch Rohrleitungen, Klingelleitungen u. s. w., welche zu Nebenräumen führen — ist zu achten, nötigenfalls ist Verklebung mit Papier oder Kitt vorzunehmen. Ofenthüren sind fest zu schliessen und ebenfalls mit Watte zu dichten, grobe Sprünge im Ofen zu verkleben. Es ist überhaupt die grösste Sorgfalt auf die Dichtung des Zimmers zu verwenden, da hiervon der Erfolg der Desinfektion wesentlich abhängt. Im Winter empfiehlt es sich, das zu desinficierende Zimmer leicht zu heizen.

2. Einfüllen des Formalins in den Apparat und Anzünden.

Nachdem im Zimmer alles so vorbereitet ist, wird der Apparat mit der dem Raumgehalt entsprechenden Menge (vgl. Seite 31) von Formalin, Wasser und Spiritus gefüllt. Hierauf wird die kleine Messingröhre durch das Schlüsselloch gesteckt und dann durch den Gummischlauch mit dem Ausströmungsrohr des Verdampfungskessels verbunden. Der ganze Apparat wird hierbei auf

einen Holzstuhl oder dergl. gestellt. Hierauf wird die Spirituslampe angezündet und dann der Apparat sich selbst überlassen; in 10 Minuten entwickelt sich Dampf und in 50—60 Minuten ist der Spiritus verbrannt und gleichzeitig die zur Desinfektion des Zimmers nötige Formalinmenge verdampft. Das Messingrohr wird hierauf aus dem Schlüsselloch gezogen, dieses mit Watte gut verstopft und dann das Zimmer 7 Std. lang verschlossen gehalten.

3. Ammoniakentwicklung.

Nach dieser Zeit werden in dem 2. kleineren Apparate die entsprechenden Mengen (vgl. Seite 28) Ammoniaklösung verdampft. Eine Stunde nach dem Anzünden des Ammoniakentwicklungsapparates wird das Zimmer geöffnet, die Fenster werden aufgemacht und nach einer weiteren halben Stunde ist das Zimmer wieder beziehbar.

4. Wiederherrichten des Zimmers.

Die Möbel werden nun wieder an ihren Platz gerückt, die aufgehängten Kleidungsstücke abgenommen, die Verdichtungen entfernt, überhaupt wieder alles so hergerichtet, wie es vor der Desinfektion war. Dieses kann schon während des Lüftens des Zimmers geschehen.

Zeitdauer der Desinfektion.

Die ganze Desinfektion von der Vorbereitung des Zimmers bis zu der Zeit, wo dasselbe wieder beziehbar ist, dauerte bei unseren Versuchen niemals über 12 Std. (1 Std Vorbereitung, 1 Std. Formalinentwicklung, 7 Std. Einwirkungsdauer der Formalindämpfe, 1 Std. Ammoniakentwicklung und Einwirkung, 2 Std. Lüftung und Wieder-

herrichtung). Stets wurde die Desinfektion morgens begonnen, so dass abends die Mannschaften in dem Zimmer ohne Belästigung schlafen konnten.

Bei doppelter Concentration kann man diese Zeit auf $8^1/_2$ Std. reducieren; doch ist wegen des penetranten Geruches, wie erwähnt, das Zimmer nach unserer Erfahrung erst nach weit längerem Lüften beziehbar, so dass die Zeitersparnis keine zu grosse ist. Im allgemeinen dürfe es sich daher auch wegen der Kosten empfehlen, die einfache Concentration bei 7 stündiger Einwirkungsdauer zu benützen.

Kosten der Desinfektion.

An einmaligen Anschaffungskosten kommen in betracht die Apparate zur Entwicklung von Formaldehyd- und Wasserdampf sowie von Ammoniak, an laufenden Kosten die für Formalin, Spiritus, Ammoniak und Material zur Abdichtung der Räume.

Der Preis der Entwicklungsapparate ist bei den verschiedenen Methoden der Formaldehydentwicklung sehr verschieden.

Der Trillat'sche Apparat kostet etwa	300	Mk.
Der Lingner'sche „ „ „	80	Mk.
Der combinirte Äskulap „ „ „	65	Mk.
Der von uns verwendete von einem hiesigen Klempner angefertigte Apparat kostet aus Kupfer gearbeitet	30	Mk.
Der Ammoniakentwicklungsapparat	10	Mk.

Dabei kommt aber ferner in betracht, dass bei dem Lingner'schen Apparat und dem combinirten Äskulap für Räume, die grösser als 100 cbm sind, mehrere Apparate notwendig sind, weil sie zur Desinfektion von Räumen nur bis zu 100 cbm Inhalt eine Einrichtung

besitzen und im zu desinficierenden Zimmer selbst aufgestellt werden müssen. Dagegen lässt sich bei der Breslauer Methode durch Nachfüllen mit **einem** Apparate, wie wir gesehen haben, die zur Desinfektion grösserer Räume nötige Formaldehydmenge leicht entwickeln.

Die laufenden Kosten unserer Desinfektionsmethode sind verhältnismässig geringe und berechnen sich folgendermassen:

1 kg Formalin kostet bei unserer Bezugsquelle	1.60 Mk.
1 l Spiritus	0.30 Mk.
1 l 25% Ammoniaklösung	0.60 Mk.
Abdichtungsmaterial (Wattestreifen) für 100 cbm etwa	0.80 Mk.

Für ein Zimmer von 100 cbm bedarf es 800 ccm Formalin und 1800 ccm Spiritus, ferner 800 ccm 25%ige Ammoniaklösung und 200 ccm Spiritus; demnach betragen die Kosten, reichlich berechnet, für Formalin etwa 1.40 Mk., für Ammoniak etwa 0.50 Mk., für Spiritus 0.60 Mk.; dazu Abdichtungsmaterial 0.80 Mk., insgesamt etwa 3.30 Mk. Dazu kommt noch der Lohn der Desinfektoren. Weit erheblicher sind die Kosten bei den anderen Apparaten. Beim Lingner'schen Apparate sind für 100 ccm 10 Mk. für Glykoformal allein erforderlich. Beim Schering'schen Apparate kosten die zur Desinfektion von 100 cbm nötigen 250 Formalinpastillen allein 5 Mk., dabei sind die Kosten für Spiritus und Ammoniak, ferner für das Abdichtungsmaterial nicht enthalten. Eine interessante Zusammenstellung des Formaldehydpreises bei den verschiedenen Entwicklungsmethoden gibt Czaplewski[6].

Es kostete 100 g Formaldhyd:

bei der Krell'schen Lampe	2.68 Mk.
„ „ Rosenberg'schen Methode	2.86 Mk.

bei der Trillat'schen Methode	0.67 Mk.
„ „ Schering'schen Methode	3.— Mk.
„ „ Lingner'schen Methode	1.33 Mk.
Bei dem Breslauer Apparat, das kg Formalin zu 1.60 Mk. gerechnet	0.40 Mk.

Alles in allem ist die Wohnungsdesinfektion mittelst der Breslauer Methode verhältnissmässig billig und jedenfalls nicht teuerer als die seither verwendeten.

Das Verfahren hat bei unseren zahlreichen auch in Privatwohnungen ausgeführten Desinfektionen sich ausgezeichnet bewährt und beim Publikum sich grosser Beliebtheit erfreut. Auch in Breslau, wo die Methode in grossem Massstabe von der städtischen Desinfektionsanstalt auf Empfehlung von Flügge durchgeführt wird, hat sich dieselbe sehr gut bewährt. Seitens des Publikums herrscht allgemein Befriedigung darüber, dass keine Sachen aus dem Hause fortgeschafft werden, und dass nicht die geringste Beschädigung der Wohnung stattfindet, die Art und Weise der Methode imponiert allgemein und macht einen beruhigenden Eindruck. Die Technik der Abdichtung, der Vorbereitung des Zimmers, der Handhabung der Apparate wurde von den Lazarettgehilfen sehr rasch erlernt und mit Leichtigkeit gehandhabt.

Jedenfalls haben wir mit dieser Methode einen bedeutenden Schritt in der Praxis der Wohnungsdesinfektion vorwärts gethan. Wenn dieselbe auch noch keineswegs das Ideal einer solchen darstellt, so ist sie doch jedenfalls, was Einfachheit und Zuverlässigkeit betrifft, den seitherigen Verfahren weit überlegen und erreicht so viel, wie wir zur Zeit mit den vorhandenen Mitteln überhaupt erreichen können. Dieselbe kann des-

halb für die allgemeine Verwendung auch bei städtischen Desinfektionsanstalten empfohlen werden.

Desinfektionsversuche von lederbesetzten Uniformstücken mit dem Breslauer Apparat.

Grosse Schwierigkeiten macht beim Militär die Desinfektion der Uniformen insbesondere der lederbesetzten Reithosen. Dieselben werden durch strömenden Wasserdampf grösstenteils unbrauchbar. Es wurde daher ein Versuch im hiesigen Garnisonslazarete gemacht, diese ledernen Reithosen mit Formalin zu desinficieren.

Zu diesem Zwecke wurden in einem sehr gut abgedichteten Raume von 100 cbm 70 lederbesetzte Reithosen, nachdem sie umgedreht worden waren, in der Weise an Wäscheleinen aufgehängt, dass zwischen den einzelnen Hosen reichlich Zwischenraum gelassen wurde. Zur Prüfung der desinficierenden Wirkung wurden an verschiedenen Stellen Testobjekte (an Leinwandläppchen angetrocknete Staphylococcus aureus, Diphtherie- und Cholerabacillen) an den Hosen selbst angebracht. Ausserdem wurden mit steriler Scheere aus dem Futter der Gesässgegend kleine Stückchen herausgeschnitten und dieselben in Bouillon gebracht. Hierauf wurde mit dem Apparat durch das Schlüsselloch hindurch die doppelte Menge Formalin (1600 ccm Formalin + 3200 ccm Wasser) verdampft und das Zimmer 18 Std. lang verschlossen gehalten. Als nach dieser Zeit geöffnet wurde, war der vorher äusserst unangenehme, von den stark benützten Hosen herrührende, Geruch verschwunden, auch war der Formaldehydgeruch, ohne dass Ammoniak entwickelt worden war, ganz gering und kaum belästigend. Jedenfalls hatte ein Teil des Formaldehyds mit den von den Hosen stammenden Geruchstoffen, (Ammoniak u. s. w.) eine

Verbindung eingegangen. Die erwähnten Testotbjekte erwiesen sich als steril. Ebenso blieben Bouillonröhrchen, die nach der Desinfektion mit auf dieselbe Weise entnommenen Stückchen Futter geimpft waren, fast sämtlich steril, nur bei einigen entwickelte sich der Bacillus subtilis. Dagegen waren die mit den Futterstückchen vor der Desinfektion geimpften Röhrchen nach 24 Std. intensiv getrübt und zeigten reichlich Bakterienentwicklung mit lebhafter Gasbildung und penetrant riechenden Stoffwechselprodukten.

Die Hosen selbst waren nicht im geringsten beschädigt worden und wurden von den Mannschaften 1 Std. nach Beendigung der Desinfektion ohne die geringste Belästigung bereits wieder getragen. Es scheint also auf diese Weise eine brauchbare Desinfektion von grösseren Mengen von Kleidungsstücken, welche den strömenden Wasserdampf nicht ertragen, ohne irgendwelche Beschädigung möglich zu sein.

Es obliegt mir noch die angenehme Pflicht, Herrn Stabsarzt Dr. Dieudonné für die Überlassung der Arbeit, sowie für die freundliche Anleitung bei Ausführung derselben meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Ebenso danke ich Herrn Professor Dr. Lehmann bestens für die gütige Übernahme des Referates.

Litteratur.

1. **Aronson.** „Über die antiseptischen Eigenschaften des Formaldehyds.“ Berlin. klinisch. Wochenschrift 1892.
   — „Über eine neue Methode zur Desinfection von grösseren Räumen mittelst Formalin.“ Zeitschrift für Hygiene Bd. XXV. 1897.
2. **Bosc.** „Essais de désinfektion par les vapeurs de formaldéhyde au moyen des procédés de Trillat.“ Annales de l'Institut Pasteur 1896.
3. **Brocher.** „Sur la production de l'aldéhyde formique gazeuse pure.“ Comptes rend. des séances de l'etc. d. scieuc. 1896. 122.
4. **v. Brunn.** „Formaldehyddesinfektion durch Verdampfung verdünnten Formalins.“ Zeitschrift für Hygiene Bd. XXX. 1899.
5. **Cambier—Brochet.** „Sur la désinfection des locaux par l'aldéhyde formique gazeuse.“ Ann. de Micrographie 1895. VII.
6. **Czaplewski.** „Über Wohnungsdesinfektion mit Formaldehyd.“ Münchner med. Wochenschrift No. 41. 1898.
7. **Dieudonné.** „Eine einfache Vorrichtung zur Erzeugung von strömenden Formaldehyddämpfen“. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Band XI.
   — „Die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Wohnungsdesinfektion“. Die ärztliche Praxis XII. 1899. No. 3.
8. **Elsner und Spiering.** „Über Versuche mit einigen Apparaten zur Formalindesinfektion“. Deutsche medic. Wochenschrift 1898. No. 40.
9. **v. Esmarch.** „Die Wohnungsdesinfektion in wissenschaftlicher und praktischer Hinsicht.“ Deutsche Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege. Bd. XXX.
10. **Flügge.** „Die Wohnungsdesinfektion durch Formaldehyd.“ Zeitschrift für Hygiene Bd. XXIX. 1898.
11. **Funk.** „Sur la valeur bacteriologique de la désinfection par l'autoclave formogène Trillat.“ Journal médical de Bruxelles 1897.

12. **Gehrke** „Versuche über die desinfektorische Wirkung der mit dem Schering'schen Apparat Aesculap erzeugten Formalindämpfe." Deutsche medicin. Wochenschrift 1898 No. 15.
13. **Gemünd.** „Desinfektionsversuche mit der neuen Methode der Fabrik Schering: Vergasung von Formalinpastillen im Formalindesinfektor." Münchner medicin. Wochenschrift 1897.
14. **Hess.** „Formaldehyd als Desinfektionsmittel." Inaugural-Dissertation. Marburg 1898.
15. **Hammerl u. Kermauner.** „Desinfektionswirkung des Formalins." Münchner medicin. Wochenschrift 1898 No. 47 u. 48.
16. **Kobert-Möller.** „Göbersdorfer Veröffentlichungen I. Stuttgart 1898.
17. **Lehmann.** „Vorläufige Mitteilungen über die Desinfektion von Kleidern, Lederwaaren, Bürsten und Scheeren mit Formaldehyd (Formalin)" Münchner med. Wochenschrift 1895.
18. **Loew.** „Physiologische Notizen über Formaldehyd." Jahresbericht für Tierchemie 1889.
19. **Ludwig.** „Über die Eignung des Formaldehyds zur Conservierung von Nahrungsmitteln." Gutachten des obersten Sanitätsrates. Österreich. Sanitätswesen. 1894.
20. **Niemann.** „Zur Desinfektion von Wohnräumen mittelst Formaldehyd. Deutsche med. Wochenschrift 1896.
21. **Peerenboom.** „Zum Verhalten des Formaldehyds u. s. w. Hygienische Rundschau 1898. No. 16.
22. **Petruschky.** „Experimentaluntersuchungen über Desinfektion von Akten und Büchern." Gesundheit 1899. No. 2.
23. **Pfuhl.** „Untersuchungen über die Verwendbarkeit zur Desinfektion grösserer Räume." Zeitschrift für Hygiene. Bd. XXII. 1896 u. Fortsetzung Bd. XXIV. 1897.
24. **Philipp.** „Über die Desinfektion von Wohnräumen durch Formaldehyd." Münchner med. Wochenschrift 1894.
25. **Prausnitz.** „Über ein einfaches Verfahren der Wohnungsdesinfektion mit Formaldehyd." Münchner med. Wochenschrift 1899. No. 1.
26. **Rosenberg.** „Über die Wirksamkeit des Formaldehyds im Holzin und Steriform." Zeitschrift für Hygiene. Bd. XXIV. 1897.
27. **Roux et Trillat.** „Essais de désinfection par les vapeurs de formaldéhyde." Annales de l'Institut Pasteur 1896.
28. **Schapilewski.** „Formaldehyd als Desinfektionsmittel." Dissertation Petersburg 1895.
29. **Schlossmann.** „Über eine neue Methode der Wohnungsdesinfektion." Berliner klinische Wochenschrift 1898 No. 25.

30. **Symanski.** „Über die Desinfektion von Wohnräumen mit Formaldehyd vermittelst des Autoclaven und der Schering'schen Lampe Äskulap." Zeitschrift für Hygiene Bd. XXVIII.

31. **Schumburg.** „Zur Technik der Untersuchung bei der Formaldehyddesinfektion." Deutsche medic. Wochenschrift 1898. No. 52.

32. **Strüver.** „Bestimmung des für Desinfektionszwecke mittelst Lampen oder durch Formalin bezw. Holzin erzeugten Formaldehyds." Zeitschrift für Hygiene Bd. XXV.

33. **Tollens.** „Über eine Lampe zur Herstellung von Formaldehyd." Berichte der deutsch. chemisch. Gesellschaft. Jhrg. XXVIII.

34. **Trillat.** „Propriétés antiseptiques des vapeurs de formol." Compt. rend. 1894.

— „Sur les propriétés antiseptiques de la formaldéhyd." Compt. rend. etc. 1892.

— „Expériences de désinfection en grand par les vapeurs d'aldéhyde formique ou formol." Revue d'hygiène 1895.

— „La Formaldéhyde et ses applications pour la désinfection des locaux contaminés." Paris 1896.

35. **Walter.** „Zur Bedeutung des Formalins, resp. Formaldehyds als Desinfektionsmittel." Zeitschrift für Hygiene XXI.

— „Weitere Untersuchungen über Formaldehyd als Desinfektionsmittel." Zeitschrift für Hygiene XXVI.